

Záróbeszámoló

Bevezetés

Az FK128013 azonosítószámú NKFIH pályázat keretein belül a középső bronzkor végén, a késő bronzkor kezdetén feltételezett népesség- és életmódváltozások multidiszciplináris elemzésére vállalkozunk.

A középső bronzkorban a Duna mentén és az Alföldön élt közösségek élete viszonylag háborítatlanul folyt. A középső bronzkor kései fázisában az anyagi kultúra regionalitása csökkent, és a temetkezési rítusban is változások történtek. A középső bronzkor végén, a késő bronzkor kezdetén egy új és egységes anyagi kultúra, a Kárpát-medencei Halomsíros kultúra tűnt fel. Megjelenésével kapcsolatban több kérdés is felmerül:

- Érkeztek-e ebben az időszakban új közösségek hazánk területére, vagy az új kultúra megjelenése a korábbi csoportok belső fejlődésének eredménye?
- Amennyiben új közösségek érkeztek a Duna mentére és az Alföldre, milyen mértékű volt a migráció (beszivárgás vagy jelentős mértékű invázió történt-e).
- Az esetlegesen beérkező közösségek keveredtek-e a korábbi csoportokkal?
- Hazánk egyik legfontosabb és legnagyobb középső- és késő bronzkori sírokat tartalmazó lelőhelye Tiszafüred. Kimutatható-e kontinuitás a két időszak népességei között?
- Amennyiben új csoportok érkeztek a területre, kimutatható-e a harci cselekményekre utaló sérülések gyakoribbá válása a csontmaradványokon? Voltak-e erőszakos cselekmények, vagy békés volt az átmenet?

A fenti kérdéseket modern multidiszciplináris megközelítéssel, klasszikus embertani és laboratóriumi molekuláris elemzéseket együttesen alkalmazó módon kíséreltük megválaszolni.

A kollaborációs partnerek, laboratóriumok változásai

Radiokarbon és stabilizotópos elemzések

Kiemelendő, hogy a stabilizotópos elemzéseket a tervezett külföldi labor (UCD, Dublin) helyett egy, mind eredményekben, mind publikációkban rendkívül erős hazai laboratóriumban (HUNREN ATOMKI, Debrecen), jelentős hazai és nemzetközi összefogással valósítottuk meg. Ennek a lépésnek, továbbá a debreceni Déry Múzeum, valamint az ATOMKI IKER laboratórium (és munkatársai: Molnár Mihály, Major István, Futó István, Szigeti Anna, Palcsu László, Horváth Anikó) munkájának, támogatásának köszönhetően a 13 db radiokarbon mintaelemzés helyett 61 (!) db ^{14}C adat áll rendelkezésre, amelyekből egy kézirat felépítése jelenleg is zajlik. A nagyszámú radiokarbonos elemzés mellett – Ashley McCall és a debreceni kollégák együttes munkájának köszönhetően összesen 108 db stroncium (Sr) és

C/N eredmény készült el, amelyek közül kiemelten fontos a tiszafüredi sorozatra vonatkozó adatsor. Az elemzések Ashley McCall egy hónapos debreceni minta-előkészítő munkájával (2020 január) kezdődtek, és a tömegsír előkerülése kapcsán megnövekedett számú feladatok miatt 2022-ben fejeződtek be.

Archeogenetika

A projektben végzendő genetikai munkákba a tiszafüredi tömegsír előkerülésével Ron Pinhasi csoportja mellé egy olyan külföldi partner (Johannes Krause, Max Planck Intézet, Jéna) kapcsolódott be, amely szakmai és anyagi támogatásával Jénában 90 (!) tiszafüredi, a tömegsírból és temetőből feltárt bronzkori egyén patogén és humángenetikai vizsgálata készült el. Ennek a csatlakozásnak köszönhetően sikerült megkettőzni az eredmények mennyiségét, ráadásul a genetikai elemzések költségei nem terhelték a pályázat költségvetését, jelentős összeg felszabadulását téve lehetővé. Az így felszabadult összeg az izotópos minták számának emelését, valamint az új tiszafüredi leletanyag feltárásával, feldolgozásával és az eredmények kiértékelésével együtt járó jelentős többletfeladatok személyi és az utazási költségeinek fedezését szolgálta. A fenti lehetőség (a Déri Múzeum és az ATOMKI támogatása mellett) hozzájárult ahhoz, hogy a temetőből feltárt és stabilizotópra mintázott minden egyes egyénből készült ^{14}C elemzés is. A tömegsírból előkerült egyének közül pedig a genetikai vizsgálatok mellett mindenkit elemeztünk Sr és C/N izotópok szempontjából is.

3D – Morfometria

A 3D morfometriai elemzésekhez kapcsolódó eszközbeszerzések közül a 3D szkennerek beszerzése már az első kutatási év során megtörtént, azonban a működtetéséhez szükséges laptop megvételét – közbeszerzési okokból – éveken keresztül nem sikerült megvalósítani. Amikor a harmadik évben végre megvalósult a beszerzés, néhány hónappal később azt a zárt, mágneskártyás ajtóval is védett egyetemi irodából ellopták. A laptop beszerzése végül a 4. (!) pályázati évben valósult meg. Ezt követően azonnal megkezdtük a bronzkori morfometriai adatbázis kiépítését. A fenti késések kompenzálására a projektben vállalt más feladatokra (elemzések bővítése, további nemzetközi együttműködések kiépítése, a tervezettnél magasabb számú publikációk írása) helyeztük a hangsúlyt. A bronzkori morfometriai adatbázis kiépítésébe a projekt 4. évében kapcsolódott be Ricardo Miguel Godinho (Interdisciplinary Center for Archaeology and the Evolution of Human Behaviour (ICArEHB), University of Algarve).

Makro- és mikroszkópos paleobotanikai elemzések

A projekt támogatásának elnyerésekor nem terveztünk paleobotanikai kutatásokat. A tiszafüredi többes temetkezések előkerülésével ugyanakkor olyan lehetőség vált elérhetővé, amely lehetővé tette az egykori bronzkori népességek által termesztett és fogyasztott gabonák, ill. növényi eredetű táplálék teljesebb rekonstrukcióját is. A projekt utolsó évében fogköelemzésekkel bekapcsolódott a munkába Lisztes-Szabó Zsuzsanna (HUNREN ATOMKI, Debrecen). Vizsgálatai során a temetőből 25, a tömegsírból pedig 29 egyén fogkömaradványait elemezte (összesen 54 mintát (!), jelentősen hozzájárulva a bronzkori

étrend alaposabb megismeréséhez. Pető Ákos (Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Tanszék, MATE), valamint Magyar Enikő és Darabos Gabriella (ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék) a tömegsírokból vett talajmintákból származó növényi (mag és faszén) maradványok elemzésével kapcsolódott be a csoport munkájába.

A változások összegzése

A beadott pályázati tervhez képest számos személyi és kooperációs partnerintézményi változás, illetve további vizsgálatokkal történő bővülés történt az elmúlt években. Mindezek a projekt számára pozitív előrelépést jelentettek, érdemileg növelve a projekt által produkált eredmények, valamint az ezekből készített és jövőben elkészítendő tanulmányok mennyiségét is.

A projekt keretei között végzett kutatások áttekintése

Az elvégzett régészeti kutatások, háttéradatbázis kiépítése, terepi régészeti munkák

A projekt első éveiben Fülöp Kristóf – Tarbay Gábor és a Magyar Nemzeti Múzeum támogatásával – elvégezte a tiszafüredi temetőre vonatkozó adattári kutatásokat. Áttanulmányoztak minden rendelkezésre álló, az MNM Adattárában megtalálható, elérhető jelentést, iratot. Ennek, valamint a folyamatosan végzett régészeti és antropológiai kutatások eredményeként felépült egy, a Google Drive-on a kutatócsoport tagjai számára hozzáférhető adatbázis. Ez az adatbázis kulcsfontosságú volt a komplex adatok értékelésekor. Ugyanakkor a projekt későbbi éveiben, a mintavételek tervezésekor és a majdani rendelkezésre álló laboreredmények és komplex adatok értékelésekor is nélkülözhetetlen volt.

Az adattári és a tiszafüredi temetőt érintő régészeti munkába a projekt utolsó évében bekapcsolódott P. Fischl Klára is. A Fülöp Kristóffal együtt végzett adattári kutatásaik eredményeként előkerült a teljes tiszafüredi dokumentáció, és Dani Jánossal együttműködve elkészült a következő kéziratok leadásához szükséges teljes régészeti háttéranyag, sírleírások, temetőterképek mindegyike. Ezek nélkül a munkák nélkül a hamarosan leadásra kerülő két tanulmányunk leadása nem valósulhatna meg.

A projekt keretein belül végzett adattári kutatások hozzájárultak egy, P. Fischl Klára által vezetett K-NKFIH pályázat benyújtásához és a támogatás elnyeréséhez is. Jelen projekt és az említett új régészeti projekt együttes eredményssora európai léptékben is egyedülálló, modellként szolgálhat a későbbi kutatások számára.

Az adatbázisban elérhető régészeti háttéranyag birtokában a TFMH széria mintázható sírjait kutatócsoportunk régész szakértői (Dani János, Kiss Viktória, Fülöp Kristóf, Vicze Magdolna, Szabó Géza) a relatív régészeti kronológia és az embertani elemzések eredményeinek figyelembevételével 3 kronológiai fázisra bontották: (1): a Füzesabony-kultúra klasszikus; (2): a Füzesabony-k. bodrogszerdahelyi fázisa (koszideri periódus); (3): a Halomsíros kultúra legkorábbi fázisa. Ennek célja az volt, hogy segítségével kimutassuk az esetleges korszakok

közötti érendi, mobilitási és populációbiológiai változásokat. A fent már említett, megnövekedett lehetőségeknek köszönhetően a temetőből mintázott 46 egyén mindegyikén genetikai, stabil izotópos és radiokarbon elemzés is történt, amely lehetővé tette a Füzesabony-kultúrával kapcsolatos, évtizedek óta várt régészeti/relatív és abszolút kronológia összevetését is. A fentiek mellett a Tiszafüreden végzett régészeti feltárás (TFMH III – tömegsír) és az azt követő, Mester Edit, Dani János, Kiss Viktória, Szeverényi Vajk és Kulcsár Gabriella által végzett régészeti elemzések mellett sor került minden, a többes temetkezésekből előkerült egyén mintavételére is.

- Szabó Géza, a projekt résztvevő kutatója 2019-ben a Kaukázusba utazott, hogy bővítse a projektben rendelkezésre álló régészeti és embertani adatokat az archívumok és könyvtárak tanulmányozásával, valamint régészeti leletanyagok vizsgálatával is. Részt vett a 2019. június 18-20. között meghirdetett 14. Fiatal Kutatók Nemzetközi Konferenciáján is Vlagyikavkazban, majd közzétette az Oszétiában végzett kutatómunkának köszönhetően elkészült cikket is.
- Melis Eszter vezetésével megjelentettünk egy cikket egy nemzetközi tanulmánykötetben (Melis et al. 2020), amelyben a bronzkori gyermekek helyzetével, az egykori társadalomban betöltött szerepével és a temetőkben megfigyelhető temetkezési rítussal foglalkoztunk.
- A projekthez később csatlakozott résztvevő kutató, Mester Edit vezetésével számoltunk be a tiszafüredi tömegsír előkerülésének körülményeiről és az addig elérhető előzetes eredményekről (Mester et al. 2021).
- A projekt keretei között elvégeztük a Füzesabony-k.-hoz sorolható, óriási jelentőségű leletanyag (Encs-Mérenkségi telep) néhány fontosabb sírjának biorégészeti feldolgozását is. Az eredményeket a régészeti eredményekkel együtt rangos folyóiratban közzétettük (Mengyán et al. 2023).
- A középső bronzkori Vátya kultúra sósúti telepének komplex feldolgozásából tanulmányunk az Antaeusban c. régészeti szaklapban jelent meg (Kulcsár et al. 2022).

Az elvégzett klasszikus embertani és paleopatológiai kutatások

A tervezett vizsgálati anyagok közül – a kutatócsoport antropológusainak köszönhetően – minden olyan nagyobb sorozatot feldolgoztunk, amely a pályázat beadásakor az anyag „gerincét” jelentette (Gerjen-Váradpuszta, Tiszakeszi-Szódadomb, Tiszapalkonya-Erőmű, Rákóczifalva-Kastélydomb, Kisapostag-Dunai dűlő, Csólyospálos, Tiszafüred-Majoroshalom (TFMH), Szurdokpuszti-Hosszú-dűlő, Százhalombatta-Belső Újföldek, Jagodnjak-Krcevine (AN7), Ófehértó, Rákóczifalva-Bivalytó Bagi Föld, Nagytétény, Nagykereki. A Szigetszentmiklós-Ürgehegyi-dűlő (Vátya k.) lelőhely esetében a tervben szereplő részleges feldolgozást az eredetileg tervezettnél jóval nagyobb egyénszámban sikerült megvalósítani, Claudio Cavazzuti hatékony munkájának köszönhetően. Több, a tervben előzetesen nem szereplő sorozatot is sikerült megvizsgálnunk, amelyek bár korábban nem szerepeltek a vizsgálat anyagában, azokhoz ugyanakkor korszakban, vagy kutatási kérdésben közvetlenül csatlakoznak, továbbá összehasonlítható anyagként figyelembe vehetők: Kiskőrös (Vátya k.),

Urziceni/Csanáros (Bodrogkeresztúr k. és Gáva k., Románia), Ménfőcsanak és Nagycenk (Gáta-Wieselburg k.), Dusnok és Bojt (Yamnaya k.), Derecske Kis-Radó II. (Makó k.), Derecske Bikás-dűlő (Gáva k.), Tét (halomsíros k.). Emellett új feltárásoknak köszönhetően lehetőség nyílt arra is, hogy olyan anyagokat is bevonjunk a pályázat anyagába, amelyek korszakbeli helyzetük és régészeti besorolásuk, ill. lokalizációjuk miatt érdemben adtak új elemzési lehetőséget és segítettek abban, hogy a bevezetőben vázolt kutatási kérdések közül minél többet sikeresen megválaszolhassunk (TFMH III új többes temetkezései, Encs - részfeldolgozás). A fenti új anyagok közül jelentőségében unikális a 2020 őszén, Tiszafüred–Majoroshalom (TFMH III) lelőhelyen, Mester Edit (Kiss Pál Múzeum) vezetésével, a projekt munkatársainak részvételével feltárt tömegsír. Az előkerült többes temetkezések a Füzesabony-kultúrához sorolhatók, és a projekt anyagának tetemes részét adó közeli temetővel és a szintén közeli Tiszafüred-Ásotthalom tell településsel egykorú. Segítségével egyrészt jobban megismerhettük a tiszafüredi bronzkori népesség életmódját, társadalmi rétegződését, mobilitását, valamint összevethettük a közösség telepen és temetőben eltemetett tagjait egymással, valamint a kultúra más csoportjaival. A leletanyag vizsgálati eredményssora és az új kooperációs lehetőségek a korábbi sikeres projektvek után – és a COVID járvány okozta nehézségek mellett is – további lendület adtak kutatásainknak, jelentősen bővítve a projekt eredményeit, ill. a tudományos publikációk listáját is. A projekt keretei között a tiszafüredi tömegsír részletes elemzése sikeresen lezajlott, az eredményekből egy szakdolgozat és TDK dolgozat is született; a csontanyag részletesebb elemzése szerepel Gémes Anett PhD kutatásaiban is.

A vállalatoknak megfelelően számos magyar és idegen nyelvű embertani kézirat is megjelent, amelyek közül – terjedelmi okok miatt - kizárólag a legfontosabb eredményeket és közleményeket emeljük ki.

- A projekt támogatásának is köszönhetően megjelent egy, a bronzkori népességváltozásokat és továbbéléseket elemző angol nyelvű összefoglaló kraniometriai tanulmányunk (K. Zoffmann-Hajdu 2018).
- Nemzetközi folyóiratban megjelent tanulmányunkban egy anyagcsere/hormonális megbetegedéssel (Hyperostosis Frontalis Interna) kapcsolatos eredményeinket tettük közzé. Egy unikális, több, mint 4600 koponyára vonatkozó, több korszakból származó adatokból álló adatbázist elemezve sikerült kimutatnunk, hogy az elváltozás fontos szerepet tölthet be a történeti korú népességek életmódjának rekonstrukciójában (Szeniczey et al. 2019).
- A szigetszentmiklósi, Vicze M. által feltárt és elemzett, a Vátya kultúrához sorolható népesség részleges embertani vizsgálatát C. Cavazzuti vezetésével elvégeztük. Eredményeinkből a népesség embertani és mobilitási jellemzőire egyaránt következtettünk. A tanulmányt a Plos One c. lapban jelentettük meg (Cavazzuti et al. 2021).
- A projekt eredményeként feldolgozott sorozatokra vonatkozó régészeti és embertani adatokat vetettük össze a Pó-síkságról származó sorozatok adataival. A kézirat a rangos J. World Prehistory c. folyóiratban jelent meg (Cavazzuti et al., 2022).

- A projekt eredményeire is építve, A. Cardarelli és C. Cavazzuti vezetésével megjelent egy nemzetközi tanulmányunk, amelyben a bronzkori Pó-síkság és a Kárpát-medence népességei közötti lehetséges kulturális kapcsolatokat elemeztük (Cardarelli et al. 2020).
- A korábban Kiss Viktória K-OTKA pályázatában az Érd-Hosszúföldek lelőhely anyagán megkezdett multidiszciplináris elemző munkát jelen projekt keretein belül folytattuk. Ennek eredményeként Szeverényi V. vezetésével megjelentettünk egy tanulmányt egy nemzetközi tanulmánykötetben (Szeverényi et al. 2020).
- A projekt témavezetője, Hajdu T. a projekt addigi eredményeit is bemutatva munkájában a projekt első kutatási évének zárásakor benyújtotta habilitációs dolgozatát és sikeresen habilitált.
- A hazánkban feltárt hamvasztásos rítusú sírokat (is) tartalmazó sorozatok embertani elemzéséből elkészült egy átfogó kézirat, ez évek óta megjelenés alatt áll. Jelenleg még a korrektúra nem érkezett meg (Köhler et al., in press).
- Mivel a projekt alapkérdései között szerepelt a fertőzések nyomainak detektálása hazai bronzkori népességek körében, ezért minden általunk feldolgozott leletanyagban elemeztük a fertőzésre, többek között csont TBC-re utaló patológias elváltozásokat is. Ennek a munkának eredményeként a Tuberculosis folyóirat TBC-re vonatkozó nemzetközi kutatásait bemutató speciális kötetében jelent meg az a publikáció. Ebben áttekintettük a legelső Kárpát-medencei bronzkori eseteket (is) és ezek alapján következtetéseket vonhattunk le a TBC őskori hazai elterjedésére vonatkozóan is (Gémes et al. 2023).
- A bronzkori népességek életmódjának, egészségi állapotának elemzése során fontos elem az izomeredési és -tapadási helyek elváltozásainak detektálása. A rézkori és bronzkori népességek életmódjelzőinek, lovaglásnyomainak elemzését egy nemzetközi kutatócsoport tagjaként végeztük el. A legkorábbi lehetséges lovaglásnyomok kimutatásáról beszámoló cikkünk idén jelent meg a Science Advances c. rangos folyóiratban (Trautmann et al. 2023).
- A Kiss Viktória által vezetett Lendület kutatócsoporttal együttműködésben végzett kutatásaink eredményeként megjelent a Füzesabony és Piliny kultúrák geleji temetőiből származó egyének részleges elemzésének eredményssora, egy, a P. Fischl Klára által szerkesztett monográfiában (Kiss et al. 2023, Hajdu és Kövári 2023).
- A projekt vezetőjének elemzései, valamint az antropológus munkacsoport által a projektben keretein belül elemzett temetők kapcsán vizsgáltuk a Kárpát-medence északnyugati és középső részén élt bronzkori népességeket. Az eredményekről több nemzetközi konferencián is beszámoltunk. A kranio-metriai adatok elemzését a földrajzi struktúra és Közép-Kelet-Európa bronzkori népességeinek szerkezete közötti kapcsolat feltárásával kezdtük. Apriori hipotézisként összesen 8 földrajzi modellt szerkesztettünk meg, melyek illeszkedését az eredményekre redundancia elemzéssel teszteltük. A földrajzi modellek megalkotásában a Dunát, mint a génáramlást elősegítő mediátort vagy mint földrajzi barriert, tehát izolációhoz vezető tényezőt vettük figyelembe. A Duna felső és középső folyása a férfiak esetében a népességcserét és vándorlást hátráltató tényezőként jelent meg. Nők esetében ez csak a középső szakaszra igaz; így a Duna felső folyása, valamint az alföldi szakasza génáramlás

szempontjából irreleváns. Elemzésünkben a vizsgált időszakot megelőző korszak népességei és a középső bronzkori csoportok közötti kapcsolatot, mint populációszerkezetet formáló tényező is figyelembe vettük. Ez alapján a középső bronzkor népességszerkezetének kialakulásában a Duna Kárpát-medencei szakaszától északra a Zsinegdíszes k. népei, míg délre a Harangedényes k.-t hordozó csoportok játszottak jelentős szerepet. A kézirat hosszabb idő után végül nemzetközi együttműködés keretei között készült el és 2024 nyarán adjuk le egy rangos nemzetközi folyóiratba (Szeniczey et al. in preparation).

A 3D – Morfometriai adatbázis felépítése

A 3D morfometriai elemzésekben a Ricardo Miguel Godinhoval végzett kollaborációnak, szakmai támogatásnak is köszönhetően a tervezettnél jóval nagyobb esetszámot sikerült elérni. Az adatbázisba 42 teljes koponya (állkapoccsal együtt) került be a tiszafüredi tömegsírból, valamint 73 ép állkapocs a tiszafüredi temetőből, Mezőcsát-Hörcsögösről, Füzesabony-Pusztaszikszóról, Polgárról, Kelebiáról és Érd bronzkori temetőjéből. A fenti adatbázis a tervezettnél lényegesen nagyobb kutatási lehetőséget jelent a jelen és jövőbeli kutatás számára is. Ráadásul a nemzetközi kollaborációnak köszönhetően a leleteket morfometriai módszerekkel olyan sorozatokkal lehet összevetni, amelyek a késő bronzkori népességek esetében akár közvetlen biológiai párhuzamot is jelenthetnek (Pitten, Franzhausen középső és késő bronzkori sorozatai).

Mintavételi módszertani fejlesztések

A projektben végzett archeogenetikai munkához is kapcsolódva a Bécsi Egyetem kutatói Ron Pinhasi vezetésével a harvardi David Reich laboratóriuma támogatásával több jelentős metodikai fejlesztést is sikeresen megvalósítottak. Az volt a célunk, hogy a tervezett mintavételek okozta roncsolás a régészeti korú emberi maradványokon lehetőség szerint minél kisebb mértékű legyen. A metodika kidolgozása a projekt mintavételezése miatt is kulcsfontosságú volt.

- Az első kéziratunkban a hallócsontocskák genetikai elemzésének, nagy endogén DNS tartalmának elemzési lehetőségeire mutattunk rá. A cikk a Genome Research c. lapban jelent meg (Sirak et al. 2020).
- Második tanulmányunkban a fenti munkát folytatva bemutattuk, hogy a fogakból történő genetikai mintavétel lebonyolítása lehetséges a csontok/fogak destruktív, roncsoló hatású mintázása nélkül is. Ehhez elég, ha a fogak gyökereit egy erre alkalmas folyadékba áztatjuk. Ez a módszer muzeológiai szempontból is kulcsfontosságú (Harney et al. 2021).

Stabilizotópos elemzések

Az Atomki-ban végzett kutatások eredményeinek együttes értékelése előtt az alábbiakban tekintjük át az eddig megjelent tanulmányokat.

- B. Gamarra-Rubio és R. Hernando vezetésével a Füzesabony k. több egyénét vetettük össze az étrend/fogkopásnyomok, izotópok segítségével a korábbi és későbbi népessegekkel. A kéziratot a Nature Scientific Reports c. lapban jelent meg (Hernandez et al. 2021).
- Ashley McCall, a projekt résztvevő kutatója vezetésével elkészült és megjelent egy kézirat a Scientific Reports c. lapban, amely a Kárpát-medence bronz és vaskori népeségei között megfigyelhető étrendi különbségeket, változásokat elemzi (McCall et al 2022).
- A debreceni ATOMKI kollégáival együttműködésben, Szigeti A., Dani J. és Major I. vezetésével elkészült a középső bronzkor koszideri és késő bronzkor halomsíros időszakával, a halomsíros kultúra Hajdúbagosa csoportja kronológiai kérdéseivel, étrendjével és mobilitásával foglalkozó tanulmányunk, amelyet idén rangos nemzetközi folyóiratba adunk le.

Genetikai elemzések

A projekt egyik célja volt, hogy a hazai és külföldi partnerekkel együtt bővítse az elérhető bronzkori humángenetikai adatbázisunkat. Ahhoz, hogy ezek az új adatok értelmezhetőek legyenek, el lehessen helyezni az eredményeket a Kárpát-medence őskori történetében, szükséges volt a korábbi és későbbi népessegekre vonatkozó adatok gyűjtése is (Mathieson et al. 2022, Lazaridis et al. 2022a, 2022b, 2022c).

A projekt keretei között végzett archaeogenetikai elemzések teljes egészében elkészültek, azokat több tanulmányban tervezzük közzétenni. Az előzetes elemzések eredményeiből kiemelhető, hogy az egyik, TFMH III lelőhelyről előkerült egyén esetében nem csak a paleopatológiai (makroszkópos) elemzésekkel sikerült gennykeltő baktérium csonttani tüneteit azonosítani, hanem a genetikai partnerek (MPI, Jéna) sikerrel mutatták ki a brucellózis kórokozójának DNS töredékeit is. Történeti korokból ilyen fertőzést korábban csak szórványosan mutattak ki genetikai eszközökkel, hazánk területéről pedig eddig egyáltalán nem ismertünk ilyen esetet. Ez az eredmény paleopatológiai szempontból is kiemelkedő fontosságú, mert segítségével sikerül pontosítani a kezelés nélküli, súlyos brucellózis okozta fertőzés oszteológiai tüneteit, amely pontos azonosítása a paleopatológiai kutatásban kifejezetten nagy kihívást jelent. Ugyanakkor jelentősen hozzájárul a fertőzés megjelenéséről és esetleges genetikai változásairól megszerzett eddigi tudásunkhoz (Gémes et al. 2022, 2023).

A projektben végzett archeogenetikai mintavételek mellett, annak érdekében, hogy a korábbi és későbbi népeségek adatai az összehasonlításhoz rendelkezésre álljanak, törekedtünk arra, hogy korszak és régió tekintetében minél szélesebb körben álljanak rendelkezésre genetikai eredmények. Ennek keretei között részt vettünk több kutatásban is, amelyek számos eredményt és tanulmányt eredményeztek a projekt számára és mivel az általunk produkált

archeogenetikai adatok a közlésnek köszönhetően nyilvánosan elérhető adatbázisban szerepelnek, az alapadatok bármilyen jövőbeli aDNS kutatás számára alapul szolgálhatnak.

- A genetikai adatok megszerzése mellett fontos (és ritka) szempont azok antropológiai eredményekkel történő összevetése, a két eltérő jellegű adatsor együttes értelmezése is, amelyre szintén akadt példa a kutatócsoportunk elmúlt évben folytatott publikációiban (Marciniak et al 2022). Számos őskori sorozat elemzésével arra kerestük a választ, hogy vajon az őskori népségek letelepedése, a földműveléssel együtt járó, majd ezt követően is többször lezajlott életmódváltás, érendváltás hogyan befolyásolta általános egészségi állapotukat, testmagasságukat. Tanulmányunk a PNAS c. lapban jelent meg.
- Részt vettünk a középső és késő bronzkori előtt és után a Kárpát-medencében élt népségek biológiai, biorégészeti adatainak összegyűjtésében, genetikai elemzésében, lehetővé téve a késő és késő bronzkori népségek eredetére és továbbélésére vonatkozó kérdések megválaszolását. A tanulmányban vizsgált középső és késő bronzkori, valamint kora és középső vaskori leletanyag Európa nagy részéről, közte Magyarországról is származott. A tanulmány a Nature-ben jelent meg (Patterson et al. (2022).
- Három, a Science-ben megjelent közleményben folytattuk a Kárpát-medencei őskori népségek történetét elemző archaeogenetikai kutatásokat, ezúttal egy rézkori sorozat bevonásával (Lazaridis et al. (2022a, b, c).

A projekt alapvető kutatásai kérdéseire adható eddigi válaszok

A legfontosabb, eddig publikált eredmények tételes ismertetése után a projektben kapott publikálatlan régészeti, embertani, radiokarbon, stabilizotópos, genetikai és paleobotanikai komplex eredményeket az alábbiakban együttesen tekintjük át.

Radiokarbon és régészeti kutatások és következtetések:

- Bár a korábbi kutatás látszólag jól körvonalazta a Füzesabony k. kései, ún. bodrogszerdahelyi fázisát (a középső bronzkor végső szakaszára, a koszideri periódusba /Kr.e. 1600-1450/ besorolva azt). Ehhez azonban eddig hiányoztak a ^{14}C adatok. A projekt eredményei alapján megállapítható, hogy a tiszafüredi temető Füzesabony k.-hoz sorolt két tipokronológiai csoportja az abszolút kronológiában valójában jelentős átfedést mutat. Vagyis az ún. bodrogszerdahelyi típusú leletanyag a középső bronzkor utolsó szakaszát megelőzően is jelen volt, és a klasszikus Füzesabony kerámiastílus is tovább élt a középső bronzkor utolsó időszakában. Ez jól összecseng a Füzesabony k. geleji temetőjéből vett minták eredményeivel (Kiss et al. 2022) és a Vátya k. hasonló kérdéskörének vizsgálati adatsoraival (Jaeger–Kulcsár 2013) is. Ennek az eredményeknek, egy masszív régészeti háttéranyaggal együtt történő közlése – Dani János vezetésével – jelenleg is folyamatban van. Ebben a

tiszafüredi esettanulmány alapján a régészeti háttér megadásával tovább pontosítjuk a Füzesabony-k. régészeti leletanyagának kronológiai besorolását.

A mobilitás kérdésköre

- A tiszafüredi késő bronzkori sírok közül – relatív kronológiai elemzés után – 14 olyat választottunk ki mintavételre, amelyek közül a ^{14}C adatok alapján 7 a koszideri fázis legvégére, ill. a késő bronzkor kezdetére datálható. Ezek a sírok tehát a legkorábbi halomsíros időszakot jelentik (Kr.e. 1500-1400). Ez kulcsfontosságú, mivel bevándorlás stroncium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) izotópokkal való kimutatása csak az első bevándorló generáció detektálásával lehetséges. A 7 – radiokarbon szerint is – korai halomsíros egyénből vett minta $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ értékei alapján egy egyén valószínűsíthetően, egy pedig biztosan bevándorló volt. Ez ugyanakkor nem jelenti azt, hogy a mintázott további 5 ^{14}C alapján is korai halomsíros egyén mindegyike helyi volt. A $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ elemzésekben rejlő metodikai problémák miatt ez mindössze annyit jelent, hogy az az 5 egyén vagy helyi volt, vagy bevándorlóként olyan régióból származtak, ahol a környezet/talaj a tiszafüredihez hasonló $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ arányokat mutat. A fentiek alapján kijelenthető, hogy azzal, hogy a hétből két egyén is bevándorló volt, sikerült kimutatnunk, hogy a középső bronzkor végén/a késő bronzkor kezdetén mikroregionális szinten biztosan történt migráció. Mindez megerősíti a korábbi klasszikus antropológiai eredményeket (Hajdu 2012, Zoffmann–Hajdu 2017). Eredményeink alapján tehát a korábbi népesség jó része továbbélt a késő bronzkorban, ugyanakkor lokális szinten vizsgálva a kérdést ettől akár eltérő képet is kaphatunk.

Az életmód, étrend kérdésköre

A késő bronzkori népességek esetleges életmódváltását a szerzők a településszerkezeti váltás (a tell telepek elhagyása, a horizontális telepek kizárólagossá válása) alapján feltételezték. Ez alapján a halomsíros k. feltűnésével pásztorkodó életmód alakulhatott ki, és ezzel egy fehérjében, húsban és tejben gazdagabb étrend terjedhetett el. Az eredmények erre a kérdéskörre vonatkozóan is konkrét válaszokat nyújtanak. A C/N izotóp-arányokat a kronológiai adatokkal és a kulturális besorolásokkal együtt kezelve az alábbiak állapíthatók meg:

- A tiszafüredi temető klasszikus Füzesabony-k. csoportja sem a ^{13}C , sem a ^{15}N izotóp tekintetében nem tér el szignifikánsan a koszideri periódus csoportjától. A N izotópos eredmények széles variációt mutatnak, ami a népesség változatos fehérjebevitelét jelzi.
- A fehérjebevitel a halomsíros időszakban a korábbiakhoz képest egyértelműen csökken, ami nem támasztja alá azt a feltételezést, hogy a késő bronzkorban a nagyállattartás dominált volna a földművelés helyett vagy mellett.
- Valamennyi időrendi/kulturális csoportban magasabb a férfiak N értéke, a nőkhez képest tehát nagyobb volt a fehérjefogyasztásuk; a bizonyítékok még markánsabbak a koszideri időszakban.
- A ^{13}C izotópos értékek egyértelműen mutatják a halomsíros időszakban a kizárólag C3 növények (gabonafélék) fogyasztása helyett a C4-es növényi alapú étrend felé való

elmozdulást. A legkorábbi időszakból (Kr.e. 1530-1430) származó minta, amely jelentős C4-es növény (vszg. termesztett köles) fogyasztására utal, a tiszafüredi C107. sírba temetett nő maradványaiból származott.

- Tehát a köles megjelenése és elterjedése az alföldi mezőgazdaságban és az ott élők érendjében a Kr.e. 1500 körüli időszakra datálható. Ez megerősíti a fajszi és péceli késő bronzkori lelőhelyek növényi maradványainak elemzése során kapott eredményeket (Filipović et al. 2020). Mindezek tehát a Kárpát-medencében az eddig ismert legkorábbi, nagymértékű kölesfogyasztásra utaló adatok.
- Az a késő bronzkori egyén (TFMH C154), akinek érendjében egyáltalán nem, vagy csak kis mennyiségben szerepeltek C4 növények, a 87Sr/86Sr adatok alapján bevándorló lehetett. A C4 növények fogyasztói valószínűleg mind helyiek, kivéve az E16. sírba temetett egyént, aki a 87Sr/86Sr adatok alapján bevándorló volt.
- A tiszafüredi közösség kölesfogyasztás kimutatására kutatócsoportunkkal együttműködve Lisztes-Szabó Zsuzsanna (ATOMKI, Debrecen) további elemzéseket végzett, arra a kérdésre keresve a választ, hogy a köles maradványai csak a késő bronzkori egyének fogkövéből mutatható-e ki és a középső bronzkoriakéból nem. Eredményei alapján a késő bronzkoriak jelentős részének érendjében egyértelműen jelen volt a köles. Némileg meglepő ugyanakkor, hogy szórványosan már a középső bronzkori egyének között is előfordult ugyanez a jelenség, annak ellenére, hogy a köles fogyasztása ekkor még nem volt olyan mértékű, hogy ez a stabil izotópos értékekben is megmutatkozzon. Pető Ákos (MATE) eredményei alapján pedig úgy tűnik, hogy a tömegsírba vett középső bronzkori talajmintákban nem volt jelen a köles maradványa.

A fenti eredményekből előkészületben (leadásközel állapottban) van egy kézirat, amelyet kutatócsoportunk tagjai készítenek el Claudio Cavazzuti és Hajdu Tamás vezetésével (a célfolyóirat a Scientific Reports).

A projektbe 2020 őszén bekerült tiszafüredi tömegsírra vonatkozó fontosabb következtetések

A tiszafüredi településen feltárt tömegsír (4. obj.) régészeti, embertani és izotópos adatai alapján számos, a középső bronzkori népességre vonatkozó következtetést lehetett levonni. Az egyik kulcskérdés az, hogy vajon mi állhatott a többes temetkezés létrehozása hátterében, ugyanis a Füzesabony-k. csoportjai nagyon szigorú, ettől teljesen eltérő temetkezési rítust követtek.

- A C/N izotópos adatok alapján a gödörbe temetett egyének érendje nem tért el a helyi közösség normatív módon eltemetett tagjaitól. Vagyis ezek az egyének valószínűleg nem tartozhattak a társadalom legalacsonyabb rétegéhez, amely esetleg magyarázhatta volna a speciális temetési rítust.
- A gödörbe temetett egyének nem és életkor szerinti megoszlása megfelel egy történeti sorozat esetén várhatóknak. A gyermekek magas, közel 60 %-os aránya a szokottnál reprezentatívabbá teszi a szériát. A csontvázakon megfigyelt gyakori fertőzésnyomok

nem specifikus voltukból adódóan önmagukban nem alkalmasak arra, hogy segítségükkel egy gyors lefolyású, halált okozó fertőzést mutathassunk ki.

- A genetikai elemzések eddigi eredményei egyelőre nem mutattak ki olyan kórokozót, amely magyarázhatná a vizsgált egyének speciális temetkezési rítusát.
- A mobilitási adatok alapján kiderült, hogy a kisgyermekek mindegyike helyi Sr izotóp arányt mutat. Ezzel szemben a fiatalok és a felnőttek körében kiugróan magas a bevándorlók aránya – amely viszont szerepet játszhatott a speciális temetkezési rítus használatában. Ezeknek a bevándorló egyéneknek a $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ értékei lényegesen eltérnek a tiszafüredi késő bronzkori népességben megfigyelt bevándorlókétól, ugyanakkor egymáshoz meglehetősen közeli. Mindezek alapján nem zárható ki, hogy ezek a bevándorló egyének a Füzesabony-k. más területeiről érkezhettek. A kérdés megválaszolásához további adatok szükségesek, amelyeket terveink szerint szakirodalmi adatgyűjtéssel és szükség esetén további nemzetközi kapcsolatfelvétellel tervezünk beszerezni.

A tömegsír anyagának komplex kutatási eredményeit bemutató kézirat elkészítése jelenleg is zajlik (a célfolyóirat a Scientific Reports).

Disszeminációs tevékenység

Kutatócsoportunk a számos magyar nyelvű ismeretterjesztő közlemény és a Múzeumok Éjszakája, valamint a Kutatók Éjszakája c. rendezvényeken történt megjelenések mellett részt vett a tiszafüredi Kiss Pál Múzeum Tariczky Endre Régészeti Kiállítás és Kutatóbázis új állandó kiállításának létrehozásában. A kiállításban jelen projekt eredmény sorának egy részét is bemutatjuk a nagyközönség számára.